УДК 678.5.046.621.762

И.А.ЗОРИЕВ

ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ С ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМОЙ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ СМАЗКИ

Разработана новая конструкция подшипника скольжения, исключающая потерю смазки через пористые торцы подшипника. Наличие эластичных манжет обеспечивает герметизацию торцев.
Ключевые слова: *подшипник скольжения, металлокерамика, полимер, блокирование утечек.*

Введение. Условия работы неподвижных и подвижных уплотнительных узлов предполагают одновременное действие температурно-силового нагружения, а также влияние окружающей среды (пыли, влажности и т.п.).

Штатные рабочие нагрузки в уплотнительных трибосистемах могут достигать температуры 70-200°С и контактных напряжений 10 МПа. Материал уплотнения и его конструкция только в комплексе обеспечат выполнение им своих функций в агрегате при требуемой надежности и ресурсе.

Основное назначение уплотнительных устройств – это обеспечение работоспособности подшипниковых узлов путем сохранения в них жидких или консистентных смазок и предотвращения попадания в зону трения абразивной пыли и химически активных технических сред.

Таким образом, рациональный подбор материала и конструкции уплотнения современных высокоскоростных и термонагруженных подшипников является весьма сложной и актуальной задачей триботехники.

Постановка задачи. Объектом исследования в данной статье является пористый подшипник скольжения, изготовленный методом порошковой металлургии и пропитанный маслом (рис.1).

Подробные исследования подобных подшипников, выполненные в работе [1], показали, что эффект самосмазывания обеспечивается терморасширением смазочного материала и, в связи с этим, поступлением масла из подшипниковой втулки в контактную зону трибосистемы. Температура в подшипниковом узле повышается в результате трения. Маслоемкость подшипниковой втулки обеспечивается ее пористостью и сорбционно-капиллярными эффектами.

Пористые подшипники запрессовывают в различные конструкции, где они выполняют свои функции. Наличие непроницаемого корпуса на наружной поверхности пористого подшипника исключает утечку масла с этой поверхности. Однако при таком конструктивном решении подшипника скольжения происходят существенные потери смазки сквозь контактирующие с атмосферой поры открытых торцевых поверхностей и радиальные зазоры. Это снижает надежность и ресурс трибосистемы, так как запас смазки в порах подшипника ограничен, а возобновление запаса смазки не предоставляется возможным.

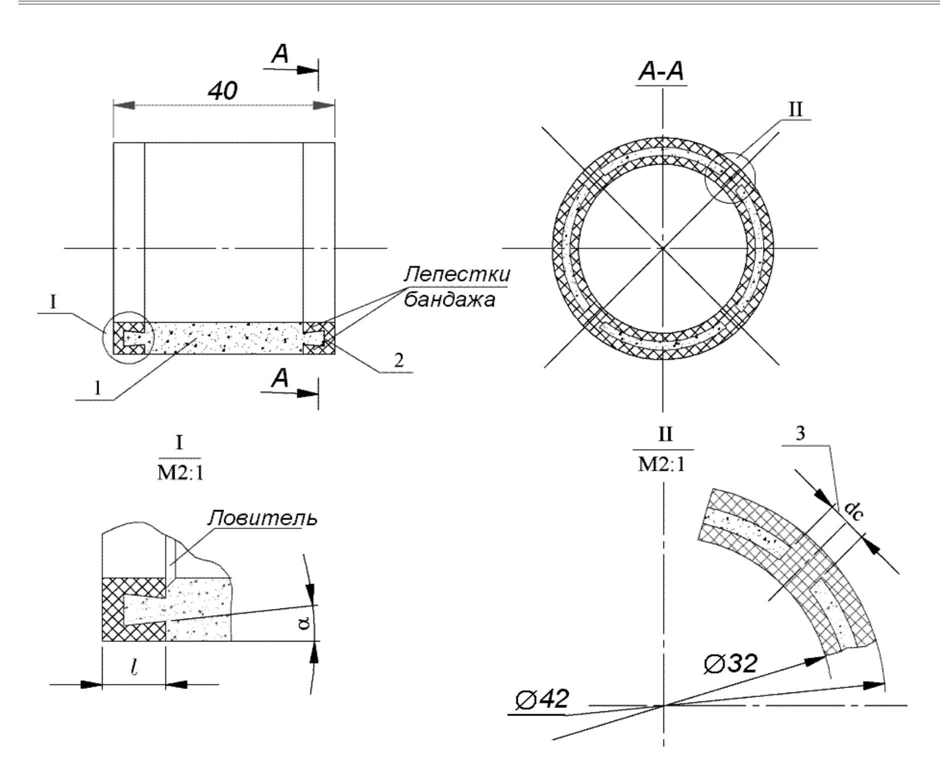


Рис.1. Пористый подшипник скольжения с замкнутой циркуляционной системой смазки: 1 – пористая матрица; 2 – манжета герметизирующая; 3 – соединительные перемычки

Исключение описанных недостатков существующей конструкции самосмазывающихся металлокерамических подшипников скольжения может быть выполнено путем рационализации конструкции пористой втулки и подбора материала для уплотнительной системы.

Конструкторское решение. Одним из перспективных конструкторских решений поставленной задачи является создание подшипника с замкнутой циркуляционной системой смазки (рис.2). Подобная подшипниковая втулка из пористой металлокерамики, пропитанная маслом, имеет на торцевых поверхностях эластичные манжеты [1], выполняющие две функции: предотвращают утечку смазочного реагента со свободных торцев и перекрывают зазоры подшипник-вал. Крепление уплотнений на торцах подшипниковой втулки обеспечивается кольцевым замковым выступом «ласточкин хвост» с углом α по образующей к втулке. Кольцевые выступы

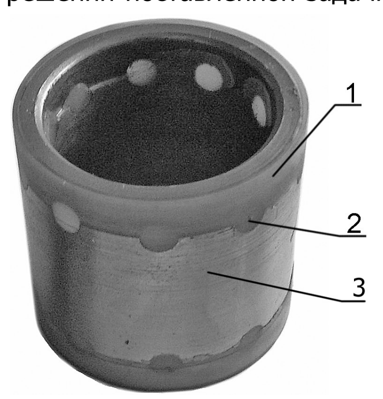


Рис.2. Подшипник скольжения с замкнутой циркуляционной системой смазки: 1 – манжета; 2 – соединительные перемычки; 3 – пористая матрица

с торцев втулки выполняются прерывистыми с шагом отверстий ∅6 мм (или с угловым шагом 45 градусов); выступы получают токарной обработкой.

Эластичные полимерные уплотнения выполняют из полиамида марки БА6$\frac{210}{310}$ при установке подшипниковой втулки с крепежными проточками в литьевую пресс-форму. Затем протачивают на внутренней поверхности фаски – «ловители». Готовую подшипниковую втулку пропитывают маслом.

Методика исследований. Для оценки эффективности разработанной конструкции подшипника скольжения проводились сравнительные экспериментальные исследования. Исследования велись на специальном испытательном стенде, собранном на базе токарно-винторезного станка. Средняя контактная нагрузка при испытаниях составляла 4МПа, скорость скольжения 0,75м/с.

Нагрузочное устройство стенда работает следующим образом (рис.3). Отверстие пористого образца 1, обработанного поверхностным пластическим деформированием до Н8, устанавливается в обойму 7 и фиксируется винтами 16. Затем обойму с подшипником одевают на вал 8. На торце вала закрепляется поводок 4, а сам вал устанавливают между центрами 2 и 9. Нагрузку на подшипник осуществляет натяжное кольцо 5 через шаровую опору 6, которая выполняет функцию регулирования положения трибоповерхности подшипника относительно поверхности вала. Через штырь 10 нагрузка рычагом 11 передается натяжному кольцу 5. Таким образом пористый подшипник поджимается к валу с заданным усилием. Контроль нагрузки 15 осуществляется динамометром 14. Кронштейн 12 устанавливается на суппорт 13 станка вместо резцедержателя. Предотвращение фильтрации смазки через наружную поверхность подшипниковой втулки обеспечивалось покрытием ее лаком. Критерием предела работоспособности втулок считалось резкое возрастание коэффициента трения.

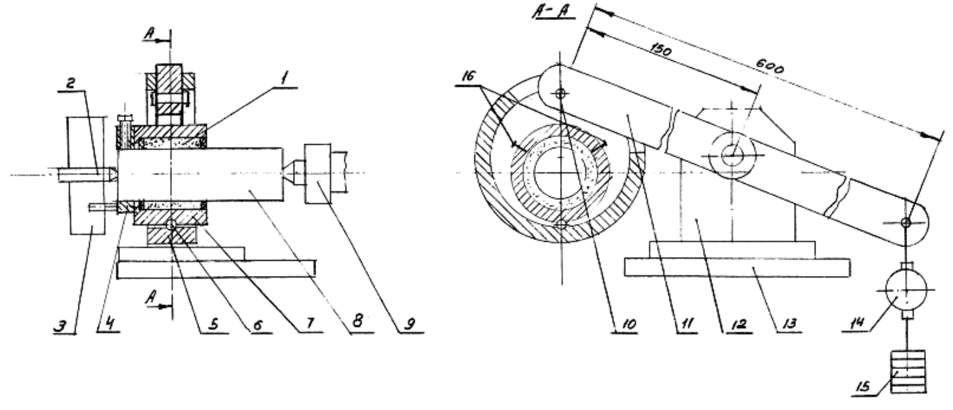


Рис.3. Схема нагрузочного устройства: 1 – пористый образец; 2 – центр; 3 – патрон токарный; 4 – хомут поводковый; 5 – кольцо натяжное; 6 – опора

шаровая; 7 – обойма; 8 – вал; 9 – центр вращающийся; 10 – штырь; 11 – рычаг; 12 – опора; 13 – суппорт станка; 14 – динамометр; 15 – груз; 16 – винты стопорные

Результаты исследований. Все втулки имели пористость 20%. Содержание масла в порах втулок оценивалось весовым способом (табл.1).

Таблица 1

Параметры подшипниковых втулок

Тип втулок	Масса втулок, г		Среднее кол-во смазки, г
	До пропитки	После пропитки	
Серийные	137,5228	141,4637	3,9142
	137,8913	141,5721	
	137,3064	141,4072	
С манжетами	121,2332	124,5973	3,4482
	121,1938	124,6849	
	121,1343	124,6237	

Анализ табличных данных показывает, что объем смазки во втулках с манжетами на ~12% меньше, чем в серийных. Это связано с тем, что манжеты закрывают торцевые и прилегающие к ним участки поверхности втулок.

Результаты исследований на испытательном стенде приведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты фрикционных испытаний

Тип втулок	Масса втулок, г		Среднее кол-во смазки, г
	До испытания	После испытания	
Серийные	141,4637	138,4066	2,9917
	141,5721	138,8211	
	141,4072	138,2435	
С манжетами	124,5973	124,0722	0,4816
	124,6849	124,2477	
	124,6237	124,1413	

Испытания проводились в гидродинамическом режиме смазывания. Критерием их окончания явилось резкое возрастание коэффициентов трения у серийных втулок в связи с переходом к режиму граничной смазки. Ресурс этих втулок составил в среднем 60 часов. При этом втулки потеряли 76,4% исходного объема смазки. Подшипниковые втулки с манжетами проработали 240 часов, потеряв всего 14% смазки, и могли эксплуатироваться далее.

Анализ результатов фрикционных исследований подтвердил высокую эффективность разработанной конструкции металлокерамических втулок подшипников скольжения. Некоторое снижение маслоемкости во втулках с манжетами при их пропитке практически не сказалось на их работоспособности. Режим гидродинамического трения сохранялся на протяжении всего испытаний.

Выводы:

1. Ресурс серийных подшипниковых втулок определяется величиной потерь смазки, что вызывает переход к менее эффективному режиму смазывания – граничному.

2. Снижение маслоемкости при пропитке подшипниковых втулок с манжетами в пределах 10-15% не влияет на их ресурс.
3. Предлагаемая конструкция металлокерамических втулок обеспечивает значительное повышение их ресурса.
4. Проведенные исследования позволили полностью оценить конструктивное решение удержания смазки в зоне трения.

Библиографический список

1. *Мошков А.Д.* Порошковые антифрикционные материалы / А.Д.Мошков. – М.: Машиностроение, 1968.
2. Патент №64302. Подшипник скольжения / И.А. Зориев. Приоритет 12 февраля 2007г. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 июня 2007г.
3. *Зориев И.А.* Пористый подшипник скольжения с замкнутой циркуляционной системой смазки // Проблемы синергетики в трибологии, трибоэлектрохимии, материаловедении и мехатроники: мат. V Международ. науч.-прак. конф. – Новочеркасск, 2006. – С. 44.

Материал поступил в редакцию 20.02.08.

I.A.ZORIEV

BEARINGS OF SLIDING WITH THE CLOSED SYSTEM OF CIRCULATING GREASING

The new design of the bearing of sliding excluding loss of greasing through porous end faces of the bearing is developed. Presence of elastic cuffs provides hermetic sealing an end face.

ЗОРИЕВ Илья Андреевич (р.1983), инженер, соискатель кафедры «Авиастроение» ДГТУ. Окончил факультет «Автоматизация и информатика» ДГТУ (2007).
Научные интересы: изучение трибосистем и технологий их производств.
Имеет 6 публикаций, 2 патента.